

Aapo Ala-Kolu

Mukautuva välppäämö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

30.4.2013

Tekijä(t) Otsikko	Aapo Ala-Kolu Mukautuva välppäämö
Sivumäärä Aika	28 sivua + 2 liitettä 30.4.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	yliopettaja Jouni Jokelainen huoltopäällikkö Jarmo Räisänen
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella mukautuva jätevedenpuhdistamon alkuprosessin ohjaus sekä määritellä ohjauksen vaatimat laitteet. Ohjauksen suunnittelussa käytettiin apuna S7-1200-logiikkaa, TIA-Portal V11 -ohjelmointiympäristöä ja SPS-VISU-simulointiympäristöä.</p> <p>Sovellus skaalautuu useimpien jätevedenpuhdistamoiden tarpeisiin ja nopeuttaa alkuprosessin käyttöönottoa.</p> <p>Sovellus suunniteltiin Econet-konserniin kuuluvalla Oy Slamex Ab:lle talven 2012 ja kevään 2013 aikana.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi tämä raportti, joka toimii pohjana varsinaisen sovelluksen luomiselle.</p>	
Avainsanat	S7-1200, ohjaus, jätevedenpuhdistus, välppä

Author(s) Title	Aapo Ala-Kolu Smart Bar Screen
Number of Pages Date	28 pages + 2 appendices 30 September 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Jouni Jokelainen, Senior Lecturer Jarmo Räisänen, Manager, Maintenance and operation services
<p>The purpose of This Bachelor's thesis was to design a smart and adaptive logic software for the first stage of waste water treatment. In the process of creating the design the following tools were used: S7-1200 Programmable Logic Controller, TIA-Portal Software Developer Kit and PSP-VISU factory simulator.</p> <p>The purpose of the software is speed up the deployment process of the first stage. The logic software scales from a small two unit stage to a larger seven unit stage.</p> <p>The software was designed for Oy Slamex Ab which is a part of parent company Econet Ltd</p> <p>The result of this thesis is this report. It serves as a base for creating the actual controlling software.</p>	
Keywords	S7-1200, control, waste water treatment, bar screen

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Jätevedenkäsittely	1
3	Välppäämö	3
3.1	Välppä	4
3.2	Ruuvikuljetin	5
3.3	Välpepuristin	6
3.4	Välpepesupuristin	7
3.5	Vastapaineruuvi	8
4	Välppäämön paikallisohjaus	9
4.1	Välppäämön etäohjaus	10
4.2	Paikallisohjauksen laitteet	10
5	Ohjelmoitava logiikka	11
5.1	Siemensin ohjelmoitavat logiikat	13
5.2	Siemens S7-1200	13
5.3	TIA Portal	14
6	Mukautuva välppäämön ohjaus	15
6.1	Toimilaitteiden tulot ja lähdöt	16
6.2	Toimilaitteiden ohjaus	19
6.3	Toimilaittekombinaatiot ja profiilit	20
6.4	Asennus- ja operaattoriparametrit	21
6.5	Hälytykset ja häiriötilanteet	24
6.6	Huoltoilmoitukset	25
6.7	HMI-operointipaneeli	27
7	Yhteenveto	27
	Lähteet	29

Liitteet

Liite 1. Laitekombinaatiot

Liite 2. Testilaitteiston PLC tagit

Lyhenteet

PLC	Programmable Logic Controller. Ohjelmoitava logiikka. Laite jolla ohjataan toimilaitteita.
HMI	Human Machine Interface. Operointipaneeli kenttäoperaattorin ja ohjelmoitavan logiikan välillä.
I/O	Input/output. Tulot/lähdöt.

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella Econet-konserniin kuuluvalla Oy Slamex Ab:lle logiikkasovellus jätevedenpuhdistamon alkuprosessin eli välppäämön paikallishajaukselle. Econet-konserni on vesi- ja ympäristöalan monipalveluyritys, johon kuuluu emoyhtiö Econet Oy:n lisäksi Econet Consulting Oy, laitetoimittaja Oy Slamex Ab ja laitevalmistaja Dewaco Oy. [1]

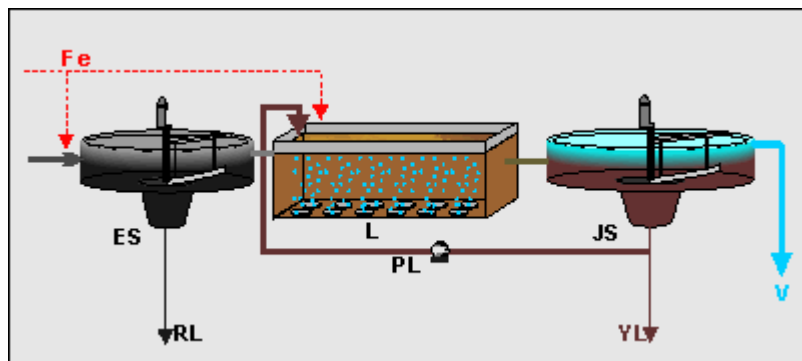
Opinnäytetyössä on tarkoituksena laatia toimintakuvaus, joka on malli varsinaiselle logiikkasovellukselle. Sovelluksen tarkoituksena on nopeuttaa ja helpottaa paikallishajauksen käyttöönottoa. Työssä on tarkoituksena selvittää välppäämöiden toimintaa yksityiskohtaisesti ja sen perusteella määritellä paikallishajauksen vaatimat laitteet, sovellukset sekä logiikkasovelluksen toimintaperiaate. Logiikkasovellukselle suunnitellaan erilaisia laitekoonpanoja varten ohjausprofiilit ja määritellä toimilaitteiden muututtajat tag-listaan. Sovelluksen suunnittelussa käytetään apuna Siemens S7-1200 -sarjan ohjelmoitavaa logiikkaa, TIA-Portal V11 -ohjelmointisovellusta sekä SPS-VISU-simulointiympäristöä.

2 Jätevedenkäsittely

Ravinteet, ulosteperäiset taudinaiheuttajat ja teollisuusjätteet leviävät tehokkaasti käsittelemättömän jäteveden mukana ympäristöön. Tämä voi aiheuttaa vesistöjen rehevöitymistä tai vakavia tautiepidemioita. Haittojen poistamiseksi tulee jätevesi käsitellä asianmukaisesti. Suomessa jopa yli 80 % asukkaista asuu keskitetyn viemäroinnin ja jätevedenkäsittelyn piirissä. Suomalaiset tuottavat päivässä noin 320 litraa jätevettä asukasta kohden, tämä on 500 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. [2][3]

Taajamissa jätevedet johdetaan keskitetyllä viemärintiverkostolla jäteveden puhdistamolle, jossa jäteveden aiheuttama kuorma pyritään poistamaan tai minimoimaan vesistöjen saastumisen ja rehevöitymisen estämiseksi. Suomessa puhdistuksen taso on erittäin korkea. Puhdistamoille tulevasta orgaanisesta aineksesta poistetaan keskimäärin noin 97 %, fosforista 96 % ja typestä 56 %. Suomessa on yli 50 asukkaan puhdistamoita noin 540. [4]

Yleisin puhdistusmenetelmä on biologis-kemiallinen rinnakkaissaostus, jossa eloperäiset aineet poistetaan biologisesti ja fosfori saostamalla rautasulfaattilla.



Kuva 1. Jäteveden puhdistus aktiivilietemenetelmällä [7]

Fosfori saostetaan rautasulfaattilla. Kuvassa 1 Fe on saostuskemikaali, ES on esiselkeytyks, RL on raakaliete, L on ilmastus, PL on palautusliete, JS on jälkiselkeytyks, YL on biologinen ylijäämäliete ja V on purku vesistöön.

Tyypillinen jätevedenkäsittelyprosessi koostuu seuraavista yksiköistä:

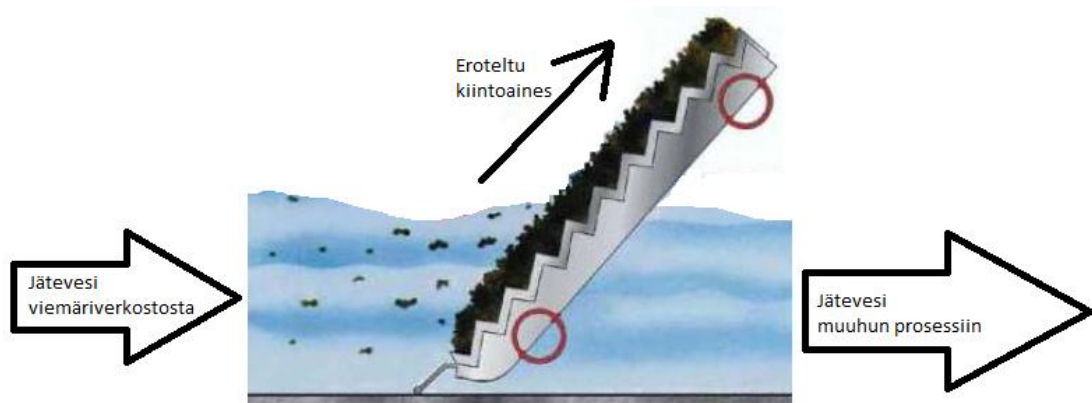
- Välppäys eli suurten roskien erottelu eräänlaisella siivilällä
- Hiekan- ja rasvanerotus
- Esiselkeytyks, jossa vettä raskaammat ainekset erotellaan suurissa altaissa
- Ilmastus, jossa suurissa ilmastetuissa altaissa elävä pieneliöstö eli aktiiviliete hajottaa orgaaniset ainekset hiilidioksidiksi ja vedeksi
- Jälkiselkeytyks, jossa aktiiviliete erotellaan vedestä ja kirkas vesi johdetaan vesistöön

Jäteveden käsittelyvaatimuksia valvoo Suomessa Valvira Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto. Talousjätevesien osalta ympäristöä kuormittavaa orgaanista ainetta on vähennettävä vähintään 90 prosenttia, kokonaisfosforin osalta vähintään 84 prosenttia ja kokonaistypen osalta vähintään 40 prosenttia verrattuna käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen. [5][6]

3 Välppäämö

Välppäämö on vedenkäsittelyprosessin ensimmäinen osa, jossa muulle prosessille liian suuret kiintoainekappaleet erotellaan jätevedestä eräänlaisella liikkuvalla siivilällä eli välpällä. Kiintoaineiden erottelu jätevedestä suojelee puhdistusprosessin myöhemmissä vaiheissa tulevia toimilaitteita kuten pumppuja ja sekoittimia. [8]

Jätevesi tulee välppäämön viemäriverkostosta ensimmäisenä. Välppä on asennettuna joko altaaseen tai kanavaan, jossa jäteveden täytyy kulkea välpän siivilän lävitse. Kiintoaines eli välpe jää siivilään kiinni muodostaen jätemattoja. Välppäämön ohjaus pyörittää ajoittain välppää eteenpäin, mikä nostaa jätemattoja ylöspäin.



Kuva 2. Välpän toiminta

Välpän yläreunasta välpe puretaan joko ruuvikuljettimelle tai suoraan puristimille, joka poistaa välpeestä vettä. Jäljelle jäänyt tiivistetty välpe säkitetään tarkoitukseen suunnitellulla laitteella ja säkit kerätään vaihtolavalle. Vaihtolavan täytyttyä lava vaihdetaan tyhjiin lavaan kuorma-autolla. Säkitetty välpe viedään jätteenkäsittelylaitokselle, jossa se käsitellään kuin muukin kaatopaikkajäte. [8][9]

Välpetä käsitellään useilla toimilaitteilla, joista yleisimpiä ovat

- välppä
- ruuvikuljetin
- välpepuristin
- välpepesupuristin
- vastapaineruuvi

Välppäämön toimilaitteita ohjataan ohjelmoitavalla logiikalla eli PLC:llä. Ohjaaminen voidaan toteuttaa paikallisesti välppäämön omalla PLC:llä tai ohjelmallisesti jätevedenpuhdistamon automaatiojärjestelmästä.

3.1 Välppä

Välppeen käsittelyn ensimmäinen toimilaite on välppä. Se on eräänlainen liukuportaita muistuttava säleikkö, joka kerää välppeen mattomaisena jätekerroksena pois muusta jätevedestä. Välppä on esitelty kuvassa 3.



Kuva 3. Porrasvälppä. [14]

Jätevesi tulee kanavaa pitkin välppän läpi. Kiintoaines tukkii säleikön, joka aiheuttaa patouman kanavaan. Kun vesi nousee kanavassa riittävästi, pintarajakytkin ilmoittaa PLC:lle, että on aika pyöryttää välppää. [10]

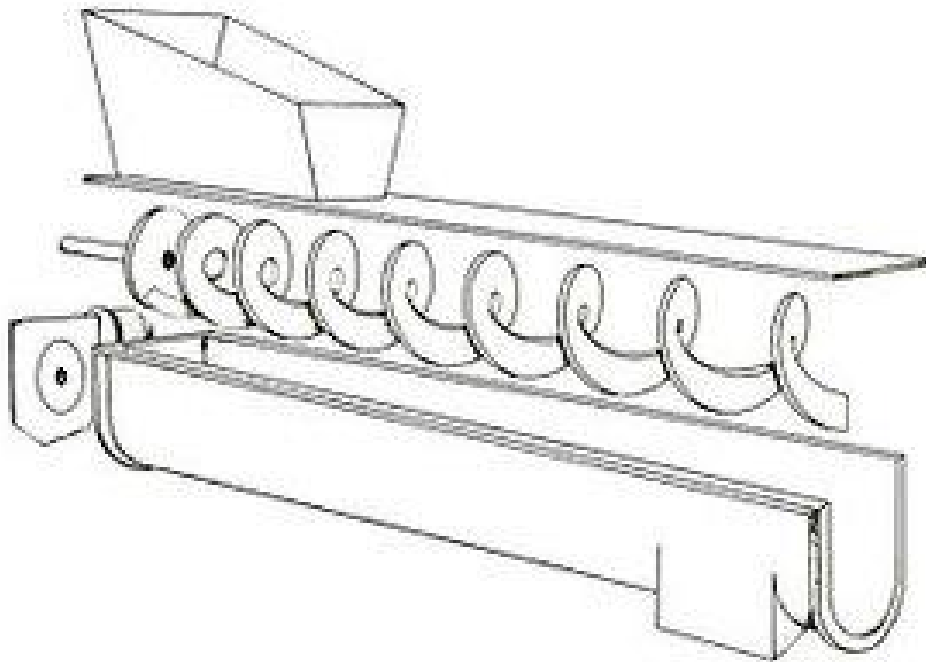


Kuva 4. KARI-pintakytkin [11]

Pintakytkin voidaan toteuttaa monella tavalla, esimerkiksi ultraäänimittauksella tai painemittauksella. Tyypillisesti käytetään kuvan 4 mukaista KARI-pintakytkintä, jota kutsutaan myös ”pässinmunaksi”. Pintakytkin asetetaan kellumaan tulokanavaan. Väljän tukkeutuessa ja vedenpinnan alkaessa nousta pintakytkin nousee ja kelluntakulma muuttuu. Kulman ylittäessä tietyn raja-arvon pintakytkin hälyttää ja PLC käynnistää väljän ohjauksen. [12]

3.2 Ruuvikuljetin

Välpe voidaan kuljettaa välpältä ruuvikuljettimella välppeen käsittelyn seuraavaan osaan. Ruuvikuljetin on yksinkertainen kuljetinlaite, joka soveltuu erinomaisesti kaikenlaisen kiintoaineen kuljettamiseen. Se koostuu kaukalosta, johon välpe putoaa, kuljetusruuvista ja ruuvia pyörittävästä sähkömoottorista. [13]

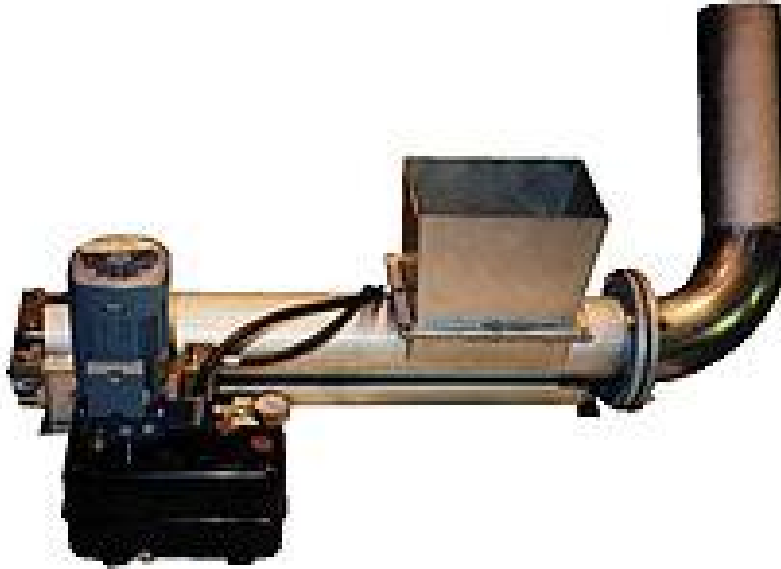


Kuva 5. Ruuvikuljetin[15]

Kun välettä on kerätty kaukaloon tarpeeksi, PLC käynnistää väljän sähkömoottorin, joka pyörittää kuljetinruuvia. Ruuvien pyöriessä kiintoaines siirtyy seuraavalle toimilaitteelle. PLC ohjaa ruuvikuljetinta aikaperusteisesti. Sen käynnistämiseen tai pysäyttämiseen ei tarvita antureita.

3.3 Välpepuristin

Jätevedestä erotellussa välpeessä on hyvin paljon vettä sitoutuneena. Välpeen jatkokäsittelyn ja siirtämisen kannalta on edullista poistaa painoa lisäävä vesi välpeestä. Kuiva välpe vie vähemmän tilaa, on kevyempää ja se voidaan edelleen tiivistää tiukaksi jätemakkaraksi. Välpepuristin on laite, joka on suunniteltu tiivistämään välettä ja poistamaan siitä ylimääräinen vesi.



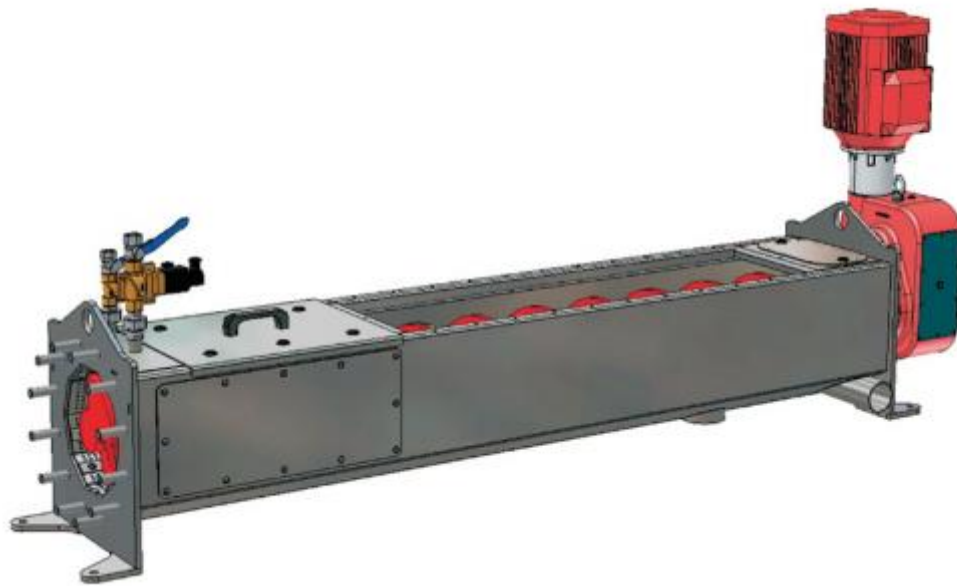
Kuva 6. Välpepuristin [16]

Välpepuristin perustuu hydrauliseen mäntäpuristimeen, joka tiivistää ja kuivaa välpeen putkessa jo olevaa jätemakkaraa vasten. Tiivistynyt jäte puristuu välpepuristimen päässä olevasta putkesta ulos (kuva 6). Välpeestä puristunut vesi poistuu rejekti-vesikourua pitkin, josta vesi voidaan johtaa haluttuun paikkaan. [17][18]

Puristaminen toimintaa ohjaa PLC aikaperusteisesti välpeenkäsittelyprosessissa aikaisemmin esiintyneiden toimilaitteiden käyntiaikojen perusteella. Kun välppä tai ruuvikuljetin on pyörinyt riittävän kauan, kynnyksarvo ylittyy ja puristin käynnistetään.

3.4 Välpepesupuristin

Pelkkä välpeen puristaminen ei välttämättä takaa riittävän korkeaa kiintoainepitoisuutta välpeen käsittelylle. Siksi välpepuristimelle on kehitetty vaihtoehtoinen toimilaite, joka pesee, puristaa ja kuivaa välpejätteen.



Kuva 7. Välpepesupuristin [19]

Toimintaperiaatteeltaan välpepesupuristin on kuin ruuvikuljetin. Siinä on kaukalo, johon välpe syötetään. PLC käynnistää välpepesupuristimen aikaperusteisesti tietyn kynnyksen ylittyessä. PLC vuorottelee tiivistys- ja huuhtelujaksoja. Tiivistysjaksossa välpepesupuristimen ruuvi pyörii, mikä tiivistää ja siirtää välpettä eteenpäin. Huuhtelujaksossa avataan venttiili, jolla päästetään välpeeseen sekaan huuhteluvettä. Huuhtelulla voidaan poistaa välpeestä vesiliukoisia aineita, jotka käsitellään jätevedenpuhdistusprosessin muissa vaiheissa. Välpepesupuristimen toimintaa voidaan tehostaa liittämällä siihen vastapaineruuvi, joka takaa välpeen käsittelylle riittävän pitkän viipymän kuivauksessa. [19][20]

3.5 Vastapaineruuvi

Välpeen kiintoainepitoisuuden nostamiseen on kehitetty vastapaineruuvi, joka toimii välpepesupuristimen kanssa yhdessä.



Kuva 8. Vastapaineruuvi [21]

Kuvassa 8 näkyy välpepesupuristimen perään asennettu vastapaineruuvi. Välpe puristetaan välpepesupuristimen perästä vastapaineruuviin, joka edelleen siirtää välppeen jyrkässä kulmassa ylöspäin. Välpepesupuristimen ja vastapaineruuvien välinen kulma aiheuttaa tukkeuman, joka lisää painetta välpepesupuristimelle. Tämä auttaa välppeen tiivistämisessä. Kun välpe on tiivistynyt riittävästi, vastapaineruuvi repii tukkeumasta muutaman senttimetrin ja siirtää tiiviin jätteen spiraalisella ruuvilla ylös, josta jäte puretaan pois jätelavalle. [22]

4 Välppäämön paikallisohjaus

Yleensä välppäämön toimilaitteita ohjataan omasta paikallisesta ohjauskeskuksesta, jolla on oma PLC. Välppäämön toiminta on suhteellisen yksinkertaista, eikä sinne siksi tarvita kovinkaan paljon anturointia. Laitteiden ohjaamiseen riittävät yksinkertaiset käyntiaikalaskurit, joiden perusteella välppeen käsittelyn seuraavat vaiheet voidaan aloittaa. Välppäämö voi siis toimia muusta jätevedenpuhdistuksesta riippumatta itsenäisenä yksikkönä. Toimilaitteiden hälytykset ja käyntitiedot on kuitenkin yleensä syytä viedä operaattorin näytölle valvomoon. Toiminnan kannalta ainut oleellinen anturitieto on tulokanavan pinnan korkeus, jolla välppeen käsittelyprosessi käynnistetään.

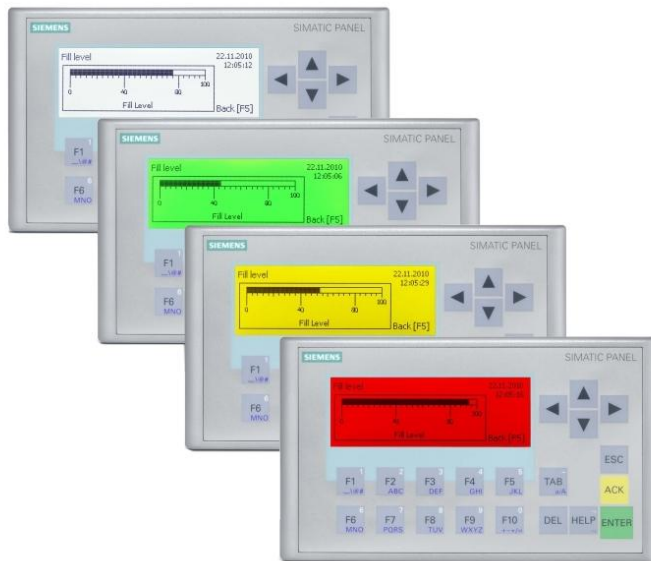
Keskenään välppäämöt ovat jätevedenpuhdistamosta riippumatta hyvin samankaltaisia, eroja on lähinnä toimilaitteiden määrässä, laitteiden sijoittelussa ja käyntiajoissa. Toiminta on aina tyyppiä: tuleva vesi välpätään, välpe kuivataan ja lopuksi välpe pudotetaan jätelavalle. Välppäämöiden geneerisyyden vuoksi on mielekästä luoda logiikka-sovellus jolla paikallisohjauksen käyttöönottoa voidaan nopeuttaa. Sovellus esiasennetaan PLC:hen ja sen toiminta voidaan mukauttaa yksinkertaisilla asennus- ja operaattoriparametreilla sopimaan useimpien välppäämöiden tarpeisiin.

4.1 Välppäämön etäohjaus

Välppäämön ohjaus voidaan toteuttaa myös keskitetysti jätevedenpuhdistamon automaatiojärjestelmästä. Tässä tapauksessa paikallisohjausta ei välttämättä tarvitse rakentaa ollenkaan. Välppäämön toimilaitteet voidaan yhdistää esimerkiksi Etä-IO-laitteella jätevedenpuhdistamon kenttäväylään. Välppäyksen kriittisen luonteen vuoksi on kuitenkin syytä toteuttaa jonkinlainen paikallisohjaus, sillä jos välppäämö lakkaa toimimasta, tulvii jätevesi yli altaiden.

4.2 Paikallisohjauksen laitteet

Toimivan paikallisohjauksen toteuttaminen vaatii vähimmillään pelkästään riittävään I/O-kapasiteettiin kykenevän PLC:n. Välppäämön operoinnin kannalta on PLC:ssä oltava myös HMI-operointipaneeli, josta PLC:n logiikkasovelluksen parametreja voidaan muuttaa ilman muiden laitteiden apua. PLC:tä valitessa tulisi huomioida myös mahdolliset myöhemmät laajennustarpeet välppäämössä ja liitettävyyys kenttäväylään tai muuhun tietoliikenneverkkoon.



Siemens TIC HMI KP300 -operointipaneeli [23]

Tätä työtä tehdessä on käytetty seuraavanlaista esimerkkikokoonpanoa apuna logiikkasovelluksen suunnittelussa:

- PLC Siemens S7-1200 CPU 1212C
- operointipaneeli Simatic TIC HMI KP300
- I/O-laajennuskortti SMA 1223 DI16/DQ16 x 24 VDC
- virtalähde Siemens Logo!Power
- neliporttinen kytkin Siemens CSM 1277 Simatic Net

Esimerkkikokoonpano vastaa kaikkiin niihin vaatimuksiin, mitä välppäämön ohjausta suunnitellessa tulee ottaa huomioon.

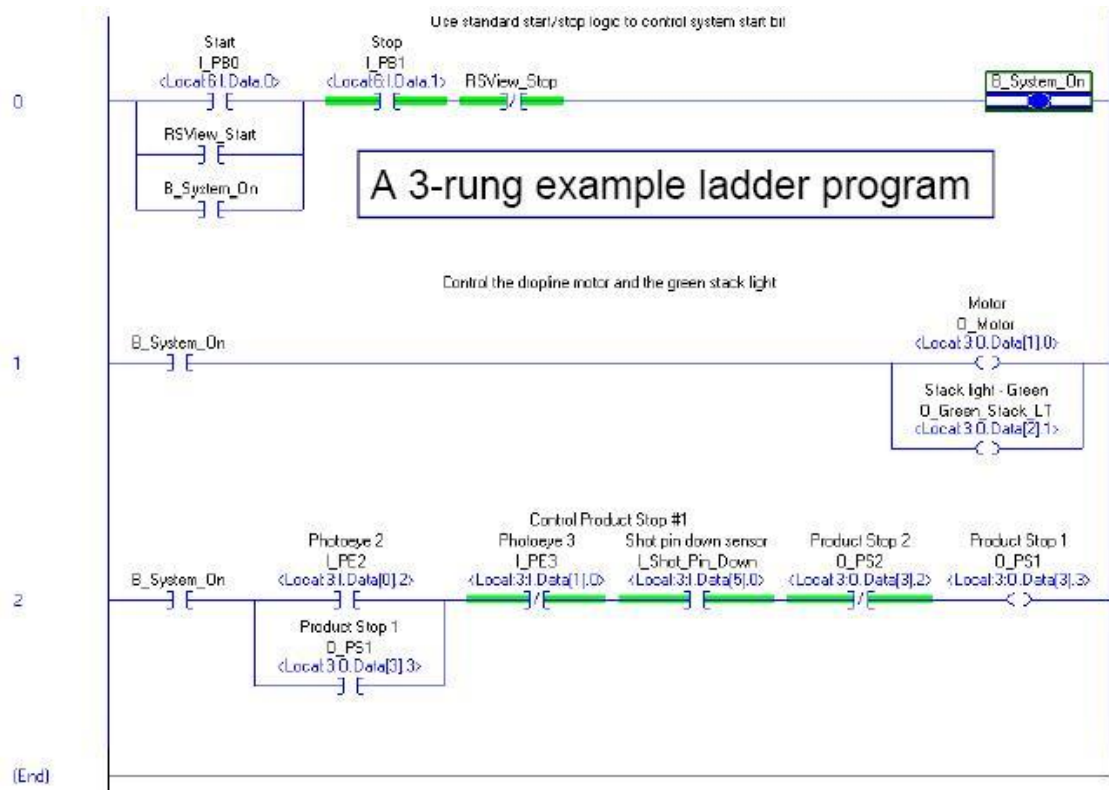
5 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitava logiikka eli PLC on pieni teollisuuden tarpeisiin suunniteltu tietokoneen kaltainen laite, jonka tehtävänä on ohjata toimilaitteiden toimintaa. Ensimmäiset ohjelmoitavat logiikat kehitettiin Yhdysvalloissa autoteollisuuden kasvaneisiin tuotantotarpeisiin 1960-luvun lopulla. Helposti asennettavilla ohjelmistopäivityksillä pystyttiin nopeasti korvaamaan satoja tai jopa tuhansia relekytkentöjä. Ensimmäinen kaupallinen PLC oli MODICON 084. [24][25][26]



Kuva 9. Maailman ensimmäinen PLC MODICON 084[27]

Varhaiset PLC:t oli suunniteltu helpottamaan sähköasentajien työtä. Siirtyminen relejärjestelmien asentamisesta PLC-laitteisiin haluttiin tehdä mahdollisimman helpoksi asentajille, siksi PLC:n ladder-ohjelmointi muistuttaa fyysisen relekytkennän kytkentäkaavioita. Nykyään PLC -valmistajat suosivat standardin IEC 61131-3 mukaisia ohjelmointikieliä. Standardi määrittelee viisi ohjelmointikieltä: Function Block Diagram, Ladder Diagram, Structured Text, Instruction List ja Sequential Function Chart.[24][28]



Kuva 10. Esimerkki Ladder Diagram -kielisestä ohjelmakoodista [32]

Nykyään PLC:tä käytetään kaikenlaisten ja kokoisten ohjausratkaisujen toteuttamiseen. PLC:tä käytetään pienissä ratkaisussa kuten kastelujärjestelmissä tai sitten valtavan suurissa tietoliikenneverkoilla yhdistetyissä ratkaisuissa kuten esimerkiksi erilaisista soluista koostuvien kokonaisuuksien ohjaamisessa. [29][30]

5.1 Siemensin ohjelmoitavat logiikat

Siemensin PLC:t on jaoteltu viiteen tuoteperheeseen. Vaativimmista niistä on Logo!, joka on suunniteltu pieniin tarpeisiin, kuten ilmastointilaitteisiin tai kulunvalvontaan. Laajin tuote on Simatic S7-400, joka on suunniteltu laajojen ja vaativien prosessien ohjaukseen. Näiden kahden välistä löytyy S7-300, S7-1200 ja uusimpana tulokkaana S7-1500. [31]

5.2 Siemens S7-1200

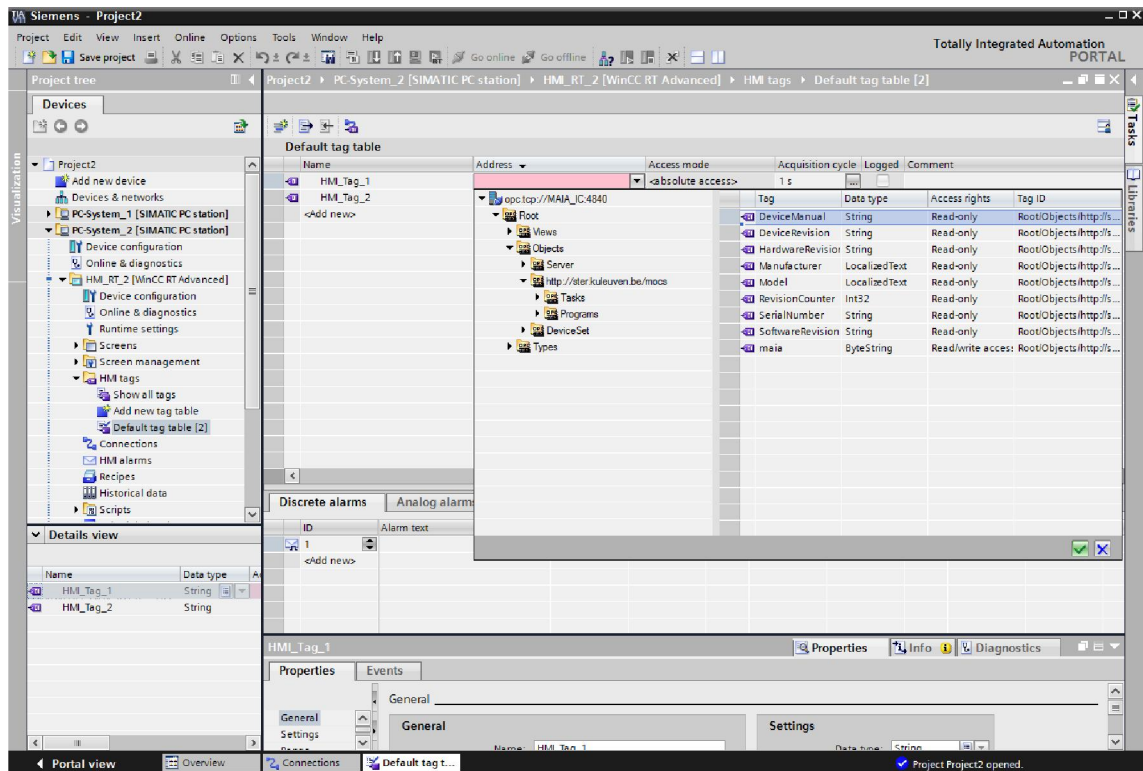
Esimerkkikokoonpanossa käytetty PLC kuuluu Siemens S7-1200 -tuoteperheeseen. S7-1200 on Siemensin toiseksi uusin tuoteperhe, ja sen ilmestyessä markkinoille se toi mukanaan myös uudistuneen TIA Portal V11 -ohjelmointiympäristön. S7-1200-logiikat ovat modulaarisia ja siten helposti räätälöitävissä pienistä ohjauksista vähän suurempien kokonaisuuksien toteuttamiseen. S7-1200 antaa mahdollisuuden valita useista moduuleista, joilla voidaan rakentaa kaikenlaisiin tarpeisiin sopiva kokonaisuus. [33][34]



Kuva 11. Siemens S7-1200 -sarjan ohjelmoitava logiikka [35]

5.3 TIA Portal

Totally Integrated Automation Portal eli TIA Portal on Siemensin PLC-laitteiden ja HMI-operointipaneelien ohjelmointiin suunniteltu ohjelmistokehitysympäristö. Se kattaa sekä yksittäisten koneohjauksien että laajojen kokonaisuuksien ohjelmointitarpeet. Tällä hetkellä sen uusin versio on TIA Portal V12, joka toi edelliseen versioon verrattuna tuen S7-1500 PLC -tuoteperheelle. Tässä työssä on hyödynnetty vanhempaa TIA Portal V11 -versiota. [36][37]



Kuva 12. TIA Portal V11 [38]

Vanhaan Siemensin Step 7 V5.4/5.5 -ohjelmistokehitysympäristöön verrattuna on tapahtunut huomattavan paljon muutoksia ja lisäyksiä: käyttöliittymä on modernisoitu käyttäjäystävällisemmäksi sekä toteutettu älykäs drag/drop-toiminto, visuaalinen HardWare-konfiguraatio ja useimmista PC-sovelluksista tuttu UNDO-toiminto. Saman TIA Portal -ympäristön alle on sisällytetty aikaisemmin erillään olleet Step 7 -ohjelmointiympäristö ja WinCC-ohjelmointiympäristö. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että samalla ohjelmointiympäristöllä voidaan luoda sekä PLC-sovellukset että HMI-näyttöjen sovellukset. [39]

6 Mukautuva välppäämön ohjaus

Mukautuva ohjaus tulee toteuttaa siten, että sillä voidaan ohjata kaikkia viittä edellä mainittua välppäämön toimilaitetta sekä kaikkia mahdollisia toimilaitteista muodostuvia kombinaatiota. Välppäämön paikallisohjauskaapissa on jokaisella toimilaitteella kolmiasentoinen käy–automaatti–seis-kytkin. Näiden lisäksi kaapissa on start-painike, stop-painike ja hätäseis-painike.

Taulukko 1. Välppäämön kaikki mahdolliset toimilaitteet

Toimilaite	Määrä
Välppä	0-4
Ruuvikuljetin	0-1
Välpepuristin tai välpepesupuristin	0-1
Vastapaineruuvi	0-1

Sovelluksen pitää kerätä lokia toimilaitteiden tilatiedoista, käyntiajoista ja hälytyksistä. Lokitiedot pitää saada ladattua PLC:stä ilman erillistä ohjelmointiympäristöä PC:lle. Sovellusta luodessa ei saa unohtaa, että toimilaitteita on mahdollista ohjata myös käsin fyysisillä kytkimillä paikallisohjauskeskuksesta. Sovellus on helposti muokattavissa asennusparametreilla HMI-näytöltä erilaisia laitekombinaatioita varten. Toimilaitteiden käynnin optimointi on suoritettavissa HMI-näytöltä operaattoriparametreilla.

6.1 Toimilaitteiden tulot ja lähdöt

Jokaiselta toimilaitteelta tuodaan PLC:lle käyntitiedot ja häiriötiedot. Jokaista laitetta ohjataan PLC:llä. Yleinen listaus tuloista ja lähdöistä näkyy taulukosta 2. Toimilaitetekoh-
tainen erittely tuloista ja lähdöistä on taulukon 2 jälkeen.

Taulukko 2. Välppäämön tulot ja lähdöt

I/O-lista		
Toimilaite	Input	Output
Välppä 1	3	1
Välppä 2	3	1
Välppä 3	3	1
Välppä 4	3	1
Ruuvikuljetin	2	1
Välpepuristin	2	1
Välpepesupuristin	2	3
Vastapaineruuvi	2	1
Muut I/O:t		
Start-nappi	1	0
Automaatti-3-asentokytkin	1	0
Stop-nappi	1	0
Hätäseis-nappi	1	0
Pintarajakytkin	1	0
Start-valo	0	1
Automaatti-valo	0	1
Stop-valo	0	1
Hätäseis-valo	0	1

Toimilaitekohtaiset tulot ja lähdöt ovat eriteltynä seuraavat:

Välppän tulot:

- Kotiraja On/Off
- Käynti On/Off
- Hälytys On/Off

Välppän lähdöt:

- Ohjaus On/Off

Ruuvikuljettimen tulot:

- Käynti On/Off
- Hälytys On/Off

Ruuvikuljettimen lähdöt:

- Ohjaus On/Off

Välpepurstimen tulot:

- Käynti On/Off
- Hälytys On/Off

Välpepuristimen lähdöt:

- Ohjaus On/Off

Välpepesupuristimen tulot:

- Käynti On/Off
- Hälytys On/Off

Välpepesupuristimen lähdöt:

- Ohjaus On/Off
- Pesuvesi On/Off
- Huuhteluvesi On/Off

Vastapaineruuvien tulot:

- Käynti On/Off
- Hälytys On/Off

Vastapaineruuvien lähdöt:

- Ohjaus On/Of

Toimilaitetekombinaatiosta riippuen tulojen enimmäismäärä voi olla korkeintaan 23 kappaletta ja lähtöjen määrä korkeintaan 13 kappaletta.

Tulot ja lähdöt osoitteistetaan yhtenäisesti ja yksiselitteisesti. Osoitteille käytetään helposti tunnistettavia tageja. Ensin tagissa on toimilaitteen nimi pienellä kirjoitettuna, sitten piste ja lopuksi tagin tieto. Esimerkiksi Välppä 1:n käyntitiedon tagi on välppä1.käy. Tagien nimeämiskäytäntö näkyy liitteestä 2.

6.2 Toimilaitteiden ohjaus

Välpeenkäsittelyprosessi käynnistetään, kun seuraavat perusehdot täyttyvät: kaikki 3-asentokytkimet ovat automaattilla (automaattisallintabitti), start-painiketta on painettu, hätäseis-painiketta ei ole painettu ja pintarajakytkin hälyttää. Käsittelyprosessi aloitetaan välpän käynnistyksestä. Välppää käytetään, kunnes pintaraja ei enää hälytä ja kunnes välppä saavuttaa kotiraja-asennon. Käsittelyprosessin seuraava laite käynnistetään, kun välpän kumulatiivinen käyntiaika ylittää kynnysarvon $TValppaKaynyt > TSeuraavaLaiteKynnysArvo$.

Pienimmillään välppäämössä voi olla vain kaksi laitetta, yksi välppä ja sen perässä heti välpepuristin. Minimitapauksella on tuloja yhteensä 10 kappaletta ja lähtöjä 6 kappaletta. Kun aikaisemmin esitetyt käsittelyprosessin käynnistymisen perusehdot täyttyvät, käynnistää PLC välpän. Kun ehto $TvalppaKaynyt > TPuristinKynnysArvo$ täyttyy, käynnistetään välpepuristin. Välpepuristimen käydessä ei välppää saa käyttää. Välpepuristinta käytetään kynnysarvoon $TPuristinKynnysArvo$ asti.

Enimmillään välppäämössä voi olla yhteensä seitsemän toimilaitetta: neljä välppää, ruuvikuljetin, välpepesupuristin ja vastapaineruuvi. Tällä kombinaatiolla on aikaisemmin esitetty enimmäismäärä tuloja 23 kappaletta ja lähtöjä 13 kappaletta.

Kun käynnistymisen perusehdot täyttyvät käynnistetään 1. välppä. Kun ehto $TValppaKaynyt > TValppaKynnysArvo$ täyttyy, käynnistetään ruuvikuljetin. Jos pintarajahälytys ei sammu ennen kynnysarvoa $TPinta$, käynnistetään 2. välppä. Jos pintaraja ei edelleenkään sammu ennen kynnysarvoa $TPinta2$, käynnistetään 3. välppä. Jos pintaraja edelleen hälyttää $TPinta3$ arvon ylittyessä, käynnistetään viimeinen 4. välppä. Ruuvikuljetin ja välpät saavat käydä yhtä aikaa. Kun ruuvikuljettimen käyntiaika ylittää välpepesupuristimen käynnistymisen kynnysarvon, käynnistetään välpepesurin käyntiohjelma. Pesurin käydessä ei ruuvikuljetin saa pyöriä. Kun välpepesupuristimen käyntiaika ylittää vastapaineruuvien käynnistymisen kynnysarvon, käynnistetään vastapaineruuvi.

Välppien käynnistysjärjestystä vuorotellaan siten, että jokaista välppää ajetaan suunnitteen yhtä kauan. Ensimmäisellä prosessin käynnistyskerralla ensimmäisenä käynnistyy välppä 1 ja toisella kerralla välppä 2 ja niin edelleen.

Jos jokin toimilaite hälyttää, se pysäytetään, mutta prosessin muut toimilaitteet käyvät normaalisti. Toisin sanoen vaikka ruuvikuljetin vikaantuisi, ei välppien toimintaa pysäytetä tulvimisvaaran vuoksi. Mikäli jokin välpistä vikaantuu, ohjataan välppäämää kuin siinä olisi vain kolme välppää, eli välppien käynnistysvuorottelussa vikaantunut välppä jätetään pois.

6.3 Toimilaitetekombinaatiot ja profiilit

Pienin laitekokoonpano on kaksi toimilaitetta ja suurin seitsemän toimilaitetta. Näiden välillä on useita erilaisia laitekombinaatioita. Lyhyesti sanottuna, kaikkia toimilaitteita ei voi olla yhtä aikaa ja osa on toisensa pois sulkevia. Esimerkiksi jos välppiä on kaksi tai vähemmän, niin ruuvikuljetinta ei välttämättä tarvita. Välpepuristin ei voi olla yhtä aikaa asennettuna välpepesupuristimen kanssa. Vastapaineruuvi voi olla toimilaitetekoonpanossa vain, jos siinä on välpepesupuristin. Tarkempi erittely jokaisesta kombinaatiosta löytyy liitteestä 1.

Jokaiselle toimilaitetekombinaatiolle on oma ajoprofiilinsa. Tieto aktiivisesta profiilista tulee tallentaa siten, että profiili ei häviä, vaikka PLC:stä katkaistaisiin virrat, esimerkiksi kuvan 13 mukaisesti Siemensin DataBlockiin.

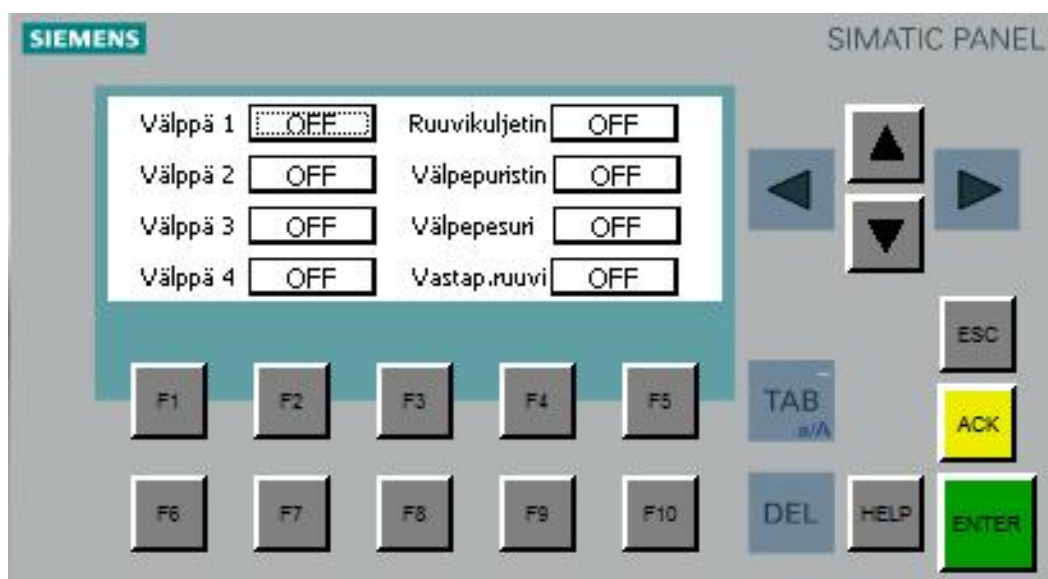
Profiilit						
	Name	Data type	Start value	Retain	Visible in ...	Comment
1	▼ Static					
2	Profiili_1	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Profiili_2	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Profiili_3	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Profiili_4	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Profiili_5	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Profiili_6	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Profiili_7	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Profiili_8	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Profiili_9	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Profiili_10	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Profiili_11	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Profiili_12	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Profiili_13	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Profiili_14	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Profiili_15	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Profiili_16	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Profiili_17	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Profiili_18	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Kuva 13. Profiili DB4

Profiilien kohdalta on rastitettu arvo "Retain" päälle, jotta profiili säilyy laitteen muistissa myös sähköjen katketessa. Profiilit ovat liitteen 1 K-tunnuksen mukaisia. Profiili 1 on yksinkertaisin ja profiili 18 on monimutkaisin.

6.4 Asennus- ja operaattoriparametrit

Sovellukseen määritellään erikseen asennus- ja operaattoritason parametrit, joita muutetaan PLC:n HMI-operointipaneelisti. Asennusparametrit ovat sellaisia, joita valtuutettu asentaja saa muokata. Asennusparametrien perusteella määräytyy, mitä ohjausprofiilia sovellus käyttää toimilaitteiden ohjaukseen. Operaattoriparametrit ovat sellaisia, joita laitoksen operaattori saa muokata välppäämön käynnin optimoimiseksi. Operaattoriparametrit ovat toimilaitteiden käyntiaikojen kynnysarvoja. Kummatkin parametrit suojataan omalla salasanalla, eikä asennussalasanaa luovuteta operaattorille.



Kuva 14. Esimerkki asennusparametrien syötön välilehdestä HMI-paneelilla

Asennusparametrit ovat seuraavat:

- Välppä 1 On/Off
- Välppä 2 On/Off
- Välppä 3 On/Off
- Välppä 4 On/Off
- Ruuvikuljetin On/Off
- Välpepuristin On/Off
- Välpepesupuristin On/Off
- Vastapaineruuvi On/Off

Virheellisen kombinaation syöttö aiheuttaa HMI:lle näkyvän virheen: "Virheellinen laiteprofiili, valitse asennetut laitteet uudelleen". Vasta kun kelvollinen kombinaatio on syötetty, voi PLC valita kombinaatiota vastaavan laiteprofiilin, jolla toimilaitteita ohjataan. Virheellinen kombinaatio on esimerkiksi välpepuristin ja välpepesupuristin yhtä aikaa On-asennossa.

Operaattoriparametrit ovat seuraavat:

- T1 Välppäyksen käyntiaika, se aika, kuinka kauan välppää vähintään käytetään
- T2 Ruuvikuljettimen käyntiaika, se aika, kuinka kauan ruuvikuljetinta vähintään käytetään
- T3 Välpepuristimen käyntiaika, se aika, kuinka kauan ruuvikuljetinta vähintään käytetään
- T4 Pesun käyntiaika, se aika, kuinka kauan välpepesupuristimen käyntisykli kestää
- T5 Pesuaika, se aika, kuinka kauan välpepesupuristimen pesuventtiili on auki
- T6 Pesupuristin seis, se aika, kuinka kauan puristin on pysähdyksissä yhden käyntisyklin aikana
- T7 Pesupuristin käy, se aika, kuinka kauan puristin käy yhden käyntisyklin aikana
- T8 Vedenerotus, se aika, kuinka kauan välpepesupuristimen vedenerotus kestää
- T9 Huuhtelu, se aika, kuinka kauan välpepesupuristimen huuhteluventtiili on auki
- T11 Vastapaineruuvien käyntiaika, se aika, kuinka kauan vastapaineruuvia käytetään
- T12 Pintarajahälytys, se aika, kuinka kauan vedenpinta saa olla yli pintarajan ennen kuin siitä tehdään hälytys

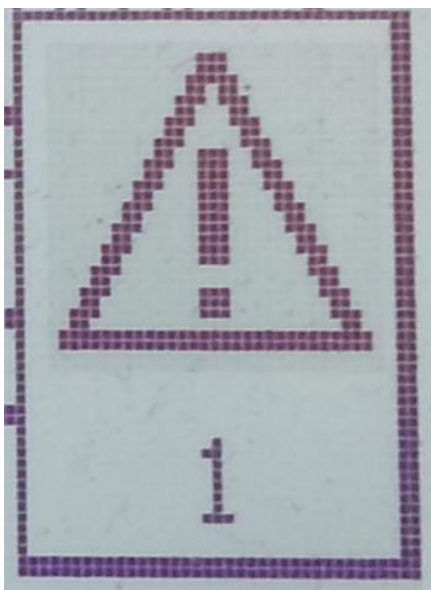
Operaattoriparametrit ovat kokonaislukuja ja yksikkönä on sekunti. Esimerkiksi T5 Pesuaika 45 sekuntia. Operaattorille näkyy vain ajoprofiilille kuuluvien toimilaitteiden ajastinparametrit. Jos käytössä siis profiili 1, ei pesurin tai vastapaineruuvien ajastimia näytetä.

6.5 Hälytykset ja häiriötilanteet

Toimilaitteiden hälytystulojen lisäksi hälytyksiä tapahtuu seuraavin ehdoin:

- Välpät käyvät, mutta vedenpinta ei rupea laskemaan.
- Välppä käy, mutta ei saavuta kotirajaa.
- Automaattisallintabitti muuttuu epätodeksi. Tämä on tilanne, jossa kesken välpeenkäsittelyprosessin joku kääntää yhden 3-asentokytkimistä, joko tilaan käy tai seis.
- Hätäseis-kytkintä painetaan.

Kaikki hälytykset näkyvät HMI-operointipaneelissa Hälytykset-välilehdellä. Jonkin hälytyksen ollessa aktiivisena näkyy HMI-paneelissa koko ajan kuvan 15 mukainen hälytysmerkki. Hälytykset pitää kuitata HMI:n hälytysvälilehdeltä HMI-paneelin ACK-painikkeella, jotta hälyttävä laite voidaan ottaa takaisin käyttöön.



Kuva 15. Hälytysmerkki. Numero ilmoittaa hälytysten määrän.

Sähkökatkoksen sattuessa jokaista toimilaitetta pyöritetään yksi ajosykli aloittaen välpeenkäsittelyprosessin viimeisestä laitteesta. Esimerkiksi välppäämössä, jossa on kaksi välppää, ruuvikuljetin ja välpepuristin (liitteen 1 mukaan profiili 9), sähkökatkoksen jälkeen ensimmäisenä ajetaan yksi ajosykli välpepuristimella, tämän jälkeen ruuvikuljet-

timella ja viimeisenä välillä. Päinvastaisella ajojärjestyksellä estetään häiriötilanteessa syntyvä tukkeutumisen riski.

6.6 Huoltoilmoitukset

Toimilaitteiden käyttöönoton jälkeen pidetään kirjaa kuluneesta ajasta. Kaikki viikoittain tai harvemmin suoritettavat huoltotoimenpiteet tuottavat HMI-operointipaneelille huoltoilmoituksen. Ilmoitukset on pakko kuitata paneelilta luetuksi.

Viikoittain ilmestyvät huoltoilmoitukset:

- Tarkista, että välppä liikkuu vapaasti ja ilman melua
- Tarkista, että välppä ei käy jatkuvasti
- Tarkista välppän säleiden puhtaus
- Tarkista tulokanavan puhtaus
- Tarkista välppän vedenpinnan yläpuolisista säleistä, että niissä ei ole rasvaa
- Huuhtelee välpepuristin

Kerran kuukaudessa ilmestyvät huoltoilmoitukset:

- Tarkista, että pintaraja on oikein säädetty
- Tarkista välppän kotiraja toiminta
- Tarkista välppän ruuvi- ja kiristysliitos
- Tarkista, että välppän ketjut on oikaistu
- Tarkista ruuvikuljettimen vaihteiston öljynpinta
- Tarkista välpepuristimen mäntä
- Tarkista välpepuristimen ruuvikiinnitykset
- Tarkista välpepuristimen hydraulisylinterin tapin väljyys
- Tarkista välpepesupuristimen kouru ja puhdistus tarvittaessa
- Tarkista välpepesupuristimen poistoaukko ja puhdistus tarvittaessa
- Tarkista, että vastapaineruuvi käy melutta
- Tarkista vastapaineruuvien kulutuskiskot

Joka toinen kuukausi ilmestyvät huoltoilmoitukset:

- Tarkista, että välpepesupuristimen vaihteistosta ei vuoda öljyä

Puolen vuoden välein ilmestyvät huoltoilmoitukset:

- Tarkista ja huolla ruuvikuljettimen kierukka ja vuoraus
- Tarkista ja huolla ruuvikuljettimen kaikki ruuvikiinnitykset
- Tarkista ja huolla ruuvikuljettimen tiivistepesät

Vuosittain ilmestyvät huoltoilmoitukset:

- Tarkista välpän lamellien suoruus ja asento
- Tarkista välpän käyttöyksikön toiminta
- Tarkista välpän joustava kytkin vaihteen ja moottorin välissä
- Tarkista välpän kulutusosat
- Vaihda ruuvikuljettimen vaihteiston öljy
- Tarkista ruuvikuljettimen kierukan kunto
- Tarkista ruuvikuljettimen kulutusvuorauksen kunto
- Tarkista ruuvikuljettimen vaihteiston kunto
- Tarkista ruuvikuljettimen tiivisteiden kunto
- Vaihda välpepuristimen öljy
- Tarkista välpepesupuristimen kourun kaapimen kuluminen
- Tarkista välpepesupuristimen vedenpoistokohdan kulutuslistojen kuluminen
- Vaihda vastapaineruuvien öljyt
- Tarkista vastapaineruuvien kulutusosat
- Tarkista vastapaineruuvien simpukkavaihteen toiminta

Kerran kahdessa vuodessa ilmestyvät huoltoilmoitukset:

- Vaihda välpepesupuristimen vaihteiston öljyt

Ilmoitusten ilmestyminen HMI-paneeliin ei pysäytä välppäämön toimilaitteiden toimintaa, mutta ilmoitukset on pakko kuitata luetuiksi näytöltä, jotta ne saa pois näkyvistä. Muita pakotteita operaattorille ei tehdä. Ilmoitukset ovat ponnahdusikkuna-tyyppisiä ja jäävät näkyviin aktiivisen ikkunan päälle.

6.7 HMI-operointipaneeli

Operointipaneeliin luodaan omat välilehdet hälytyksille, ilmoituksille, toimilaitteille, operaattoriparametreille ja asennusparametreille. Juuri-ikkunassa näkyvät kaikki käytössä olevat toimilaitteet sekä näiden tämänhetkinen tilatieto. Tämän lisäksi juuri-ikkunassa on painike, josta pääsee Valikko-välilehdelle. Valikko-välilehdellä on kuvakkeina linkit muille välilehdille. Hälytykset-välilehdessä on listattuna kaikki kuittaamattomat hälytykset. Kuitatut hälytykset löytyvät lokitiedoista. Ilmoitus-välilehdessä näkyy viimeisimmät ilmoitukset. Toimilaitteen välilehdessä näkyy toimilaitteen nimi tämän kaikkien tulojen ja lähtöjen nimet sekä niiden tämänhetkinen tilatieto 0 tai 1. Välilehdessä näkyy myös viimeisin toimilaitteen huoltoilmoitus sekä ilmoituksen päivämäärä ja viimeisin toimilaitteen hälytys ja päivämäärä. Välilehdessä näkyy toimilaitteen kokonaiskäyntiaika sekä käynnistysten lukumäärä. Operaattoriparametrit-välilehdessä näkyvät kaikki muokattavissa olevat parametrit sekä niiden tämänhetkiset arvot. Operaattoriparametrit-välilehteä ei saa auki ilman salasanaa. Muokattava parametri valitaan HMI-paneelin nuolinäppäimillä, ja painamalla Enter päästään muokkaustilaan, jolloin operaattori voi syöttää uuden arvon sekunteina. Asennusparametrien välilehden avaaminen suojataan myös salasanalla. Välilehdellä on aikaisemmin esitetyt asennusparametrit listana ja parametrin arvo On/Off.

Käyttöliittymää ohjataan nuolinäppäimillä ja valinnat tehdään Enter-painikkeella. Takaisin päin pääsee painamalla kaksi kertaa Esc-painiketta peräkkäin. Help-painikkeesta aukeaa pieni ohje kyseisen välilehden käytölle. Juuri-ikkunasta pääsee toimilaittekohtaiselle välilehdelle käyttämällä funktionäppäimiä 1-10. F1 aukaisee 1. välpän välilehden, F2 aukaisee 2. välpän välilehden jne. Toimilaitteet numeroidaan välppeen käsittelyprossin toimintajärjestyksen mukaan.

7 Yhteenveto

Välppeen käsittelyn ohjauksen suunnittelussa käytettiin apuna Siemensin ohjelmistoja ja laitteistoja, jotka soveltuivat tehtävään hyvin. Siemensin ohjelmistokehitysympäristön TIA Portal V11 puutteellisuuksien vuoksi kaikkea toiminnallisuutta ei voitu kunnolla simuloida. Simuloitiin käytettiin apuna kolmannen osapuolen SPS-VISU-sovelluksen demo-versiota. SPS-VISU on tehtaiden ja tuotannon simuloimiseen tarkoitettu sovellus jossa suhteellisen yksinkertaisilla palikoilla voidaan luoda monimutkaisia tuotantoketju-

ja. SPS-VISU ja TIA Portal V11 kärsivät samoista ongelmista. Kummatkin olivat työn tekohetkellä turhauttavan epävakaita ainakin työkoneessa käytetyssä Windows 7 -käyttöjärjestelmässä, vaikka virallinen tuki pitäisi käyttöjärjestelmälle löytyä.

Välppeenkäsittelyn ohjauksen geneerisyyden vuoksi mukautuva logiikkasovellus voisi nopeuttaa välppäämön käyttöönottoa niillä edellytyksillä, että välppäämölle luodaan vakio-ohjauskeskus, joka skaalautuu ohjaamaan kaikkia eri laitekoonpanovariaatioita. Ohjauskeskuksessa on käytettävä aina samoja komponentteja PLC:n ja HMI:n suhteen, ja laitteet on aina kytkettävä samalla tavalla PLC:n tuloihin ja lähtöihin.

Lähteet

- 1 Tietoa Econet konsernista. <http://www.econetgroup.fi/econetgroup_yritys>. Luettu 22.4.2013.
- 2 Jätevesien käsittely_2011.pdf ladattavissa osoitteesta <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=41666&lan=fi>>. Haettu 22.4.2013.
- 3 Yhdyskuntien jätevedet. <<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=562&lan=fi>>. Luettu 22.4.2013.
- 4 Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä ympäristösuojelunlaki 11 18§, <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030542>>. Luettu 22.4.2013.
- 5 Jätehuolto. <http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/terveydensuojelu/jatehuolto>. Luettu 22.4.2013.
- 6 Jätevesien käsittely. <<http://www.vvy.fi/?s=57>>. Luettu 22.4.2013.
- 7 Kuva jäteveden puhdistus aktiiviliete menetelmällä. <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=8966>>. Haettu 22.4.2013.
- 8 Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon käyttö. <<http://turunseudunpuhdistamo.fi/esikasittely.html>>. Luettu 22.4.2013.
- 9 Vedenpuhdistamolle kertyy leluja. <http://yle.fi/uutiset/vedenpuhdistamolle_kertyy_leluja/5677850>. Luettu 22.4.2013.
- 10 Meva Porrasvälppä. Käyttö- ja huolto-ohjeet RS10-90-6. Saatavilla Oy Slamex Ab.
- 11 KARI-pintakytkin. <<http://www.kari-finn.fi/fin/kuvat2/Image4.jpg>>. Haettu 22.4.2013.
- 12 KARI-pintakytkin. <<http://www.kari-finn.fi/fin/pintakytkin.html>>. Luettu 22.4.2013.
- 13 Ruuvikuljetin malli SC. Asennus-, käyttö- ja hoito-ohjeet. Saatavilla Oy Slamex Ab.

- 14 RotoScree-porrasvälppä.
<http://slamex.fi/object_i/905bb8113c85b05d37fccc86dc774f4d2e_030000000000000000.jpg>. Haettu 22.4.2013.
- 15 Ruuvikuljetin.
<http://www.slamex.fi/object_i/130b19894ee3bb6bb9d8fa18d44d83c7149_030000000000000000.jpg>. Haettu 22.4.2013.
- 16 Välpepuristin.
<http://www.slamex.fi/object_i/97faf77f57f73b016150d77fca6a3ebd69_030000000000000000.jpg>. Haettu 22.4.2013.
- 17 Välpepuristin HCP Käyttö- ja huolto-ohjeet. Saatavilla Oy Slamex Ab.
- 18 Esite VälpepuristinHCP.pdf. Ladattavissa
<<http://slamex.fi/object/10115521e2200b9154820626a10edb02a2f>>. Haettu 22.4.2013.
- 19 Esite Ruuvipesupuristin.pdf. Ladattavissa
<<http://slamex.fi/object/99379314b65cb8943954a3e7a89b0ae01d>>. Haettu 22.4.2013.
- 20 Meva Ruuvipesupuristin Käyttö- ja huoltokäsikirja SWP 30. Saatavilla Oy Slamex Ab.
- 21 Vastapaineruuvi.
<http://www.slamex.fi/object_i/966c28830d85e08dd54fd12767a3efc75c_030000000000000000.jpg>. Haettu 22.4.2013.
- 22 Meva Vastapaineruuvi CPS 25. Käyttö- ja huolto-ohjeet. Saatavilla Oy Slamex Ab.
- 23 KP300 operointipaneeli. <<http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/basic-panel/simatic-hmi-kp300-basic-mono/PublishingImages/kp300-basic-mono-all-colours-800.jpg>>. Haettu 22.4.2013.
- 24 PLC History. <<http://www.plcs.net/chapters/history2.htm>>. Luettu 22.4.2013.
- 25 PLC Manual. <<http://www.plcmanual.com/plc-history>>. Luettu 22.4.2013.
- 26 Schneider Electric Modicon History.
<http://www.plcdev.com/schneider_electric_modicon_history>. Luettu 22.4.2013

- 27 MODICON 084.
<http://v1.graybar.com/automation/ga_manuals/Hardware/084/084.ht1.jpg>. Haettu 22.4.2013.
- 28 IEC 6113-3 standardi.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/Artnum_PK/47556>. Luettu 22.4.2013.
- 29 Siemens S7-1500.
<http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/s7_1500.htm>. Luettu 22.4.2013.
- 30 Siemens Simatic Logo!.
<http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/logo.htm>. Luettu 22.4.2013.
- 31 Siemens tuotteet ohjelmoitavat logiikat.
<http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic.php>. Luettu 22.4.2013.
- 32 Esimerkki koodia Ladder-ohjelmointikielestä. <<http://www.plc-course.com/images/stories/ladder%20diagram%202.jpg>>. Haettu 22.4.2013.
- 33 Siemens S7-1200. Esite ladattavissa,
<http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat/s7_1200/simatic_s7-1200_brochure.pdf>. Haettu 22.4.2013.
- 34 Siemens S7-1200.
<http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/s7_1200.htm>. Luettu 22.4.2013.
- 35 S7-1200.
<http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat/s7_1200/simatic_s7-1200_cpu.jpg>. Haettu 22.4.2013.
- 36 TIA Portal V12 julkaisu.
<http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuus/tuoteuutiset/tia_portal_ohjelmistoalustasta_julkaistu_versio_12.htm>. Luettu 22.4.2013.
- 37 Siemens ohjelmistokehitysympäristö TIA Portal Step 7.
<http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/ohjelmistot/tia_portal_step7.htm>. Luettu 22.4.2013.

- 38 Siemens TIA Portal V11.
<https://j2eeps.cern.ch/wikis/download/thumbnails/23333913/address_space_in_wincc_v11_rt_advanced.png>. Luettu 22.4.2013.
- 39 TIA Portal. Esite ladattavissa
<http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/tia_portal/tia_portal_esite.pdf>. Haettu 22.4.2013.

Toimilaitekombinaatiot

Laite kombinaatiot																	
Välppä 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Välppä 2																	
Välppä 3																	
Välppä 4																	
Ruuvikultetin																	
Välppöpuristin	1																
Välppöpururi																	
Vastaläpänaruvi																	
K. tunnus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yhteensä																	
18 kpl																	

K. tunnus		Input		Output	
1	1	10	6		
2	2	10	8		
3	3	12	8		
4	4	12	7		
5	5	12	9		
6	6	14	10		
7	7	13	7		
8	8	13	9		
9	9	15	13		
10	10	15	8		
11	11	15	10		
12	12	17	11		
13	13	18	9		
14	14	18	11		
15	15	20	12		
16	16	21	10		
17	17	21	12		
18	18	23	13		
Min		10	6		
Max		23	13		










Input		Output		Tyypit	
3	Käynti ja haljays	1	Käynti	1	Käynti
2	Käynti ja haljays	1	Käynti	1	Käynti
2	Käynti ja haljays	1	Käynti	1	Käynti
2	Käynti ja haljays	3	Käynti ja huuhde	1	Käynti ja huuhde
2	Käynti ja haljays	1	Käynti	1	Käynti
1	paikalle	1	Vako	1	Vako
1	paikalle	1	Vako	1	Vako
1	paikalle	1	Vako	1	Vako
1	Anturi	1	Vako	1	Vako

Välppä	3	Käynti ja haljays	1	Käynti
Ruuvikultetin	2	Käynti ja haljays	1	Käynti
Välppöpuristin	2	Käynti ja haljays	1	Käynti
Välppöpururi	2	Käynti ja haljays	3	Käynti ja huuhde
Start	1	paikalle	1	Käynti
Stop	1	paikalle	1	Vako
Hätästi	1	paikalle	1	Vako
Sallinta	1	paikalle	1	Vako
Pintarajakytkin	1	Anturi	1	Vako

Testilaitteiston PLC tagit

PLC tags























PLC tags

PLC tags							
Name	Data type	Address	Retain	Visible in HMI	Accessible from HMI	Comment	
 hätäseis	Bool	%I0.0	False	True	True	Hätäseis painike	
 sallinta	Bool	%I0.1	False	True	True	Laitteiden kytkimet automaattilla	
 start	Bool	%I0.2	False	True	True	Prosessin start painike	
 stop	Bool	%I0.3	False	True	True	Prosessin pysäytys painike	
 pintaraja	Bool	%I0.4	False	True	True	Prosessin käynnistämisen pintarajakytin	
 välppä1.käy	Bool	%I0.5	False	True	True	Välppä 1 käynti kotirajalla	
 välppä1.häly	Bool	%I0.6	False	True	True	Välppä 1 häiriö	
 ruuvi.käy	Bool	%I0.7	False	True	True	Ruuvikuljettimen käyntitieto	
 ruuvi.häly	Bool	%I1.0	False	True	True	Ruuvikuljettimen häiriötieto	
 puristin.käy	Bool	%I1.1	False	True	True	Välpepuristimen käyntitieto	
 puristin.häly	Bool	%I1.2	False	True	True	Välpepuristimen häiriötieto	
 pesuri.käy	Bool	%I1.3	False	True	True	Välpepesuristimen käyntitieto	
 pesuri.häly	Bool	%I1.4	False	True	True	Välpepesuristimen häiriötieto	
 vpruuv.käy	Bool	%I1.5	False	True	True	Vastapaineruuvien käyntitieto	
 vpruuv.häly	Bool	%I1.6	False	True	True	Vastapaineruuvien häiriötieto	
 välppä2.käy	Bool	%I1.7	False	True	True	Välppä 2 käynti kotirajalla	
 välppä2.häly	Bool	%I2.0	False	True	True	Välppä 2 häiriötieto	
 välppä3.käy	Bool	%I2.1	False	True	True	Välppä 3 käynti kotirajalla	
 välppä3.häly	Bool	%I2.2	False	True	True	Välppä 3 häiriötieto	
 välppä4.käy	Bool	%I2.3	False	True	True	Välppä 4 käynti kotirajalla	
 välppä4.häly	Bool	%I2.4	False	True	True	Välppä 4 häiriötieto	
 I 2.5	Bool	%I2.5	False	True	True	Varalla	
 I 2.6	Bool	%I2.6	False	True	True	Varalla	
 I 2.7	Bool	%I2.7	False	True	True	Varalla	
 sValppa.kay	Bool	%I3.0	False	True	True		

Input PLC tagit.

PLC tags

PLC tags

PLC tags							
	Name	Data type	Address	Retain	Visible in HMI	Accessible from HMI	Comment
	välppä1.oh	Bool	%Q0.0	False	True	True	Välpän 1 ohjaus
	ruuvi.oh	Bool	%Q0.1	False	True	True	Ruuvikuljettimen ohjaus
	puristin.oh	Bool	%Q0.2	False	True	True	Välpepuristimen ohjaus
	pesuri.oh	Bool	%Q0.3	False	True	True	Välpepesupuristimen ohjaus
	pesuri.huuhtelu1	Bool	%Q0.4	False	True	True	Välpepesupuristimen huuhtelu 1
	pesuri.huuhtelu2	Bool	%Q0.5	False	True	True	Välpepesupuristimen huuhtelu 2
	vprouvi.oh	Bool	%Q1.0	False	True	True	Vastapaineruuvien ohjaus
	välppä2.oh	Bool	%Q1.1	False	True	True	Välpän 2 ohjaus
	välppä3.oh	Bool	%Q1.2	False	True	True	Välpän 3 ohjaus
	välppä4.oh	Bool	%Q1.3	False	True	True	Välpän 4 ohjaus
	Q 1.4	Bool	%Q1.4	False	True	True	Varalla
	Q 1.5	Bool	%Q1.5	False	True	True	Varalla
	Q 1.6	Bool	%Q1.6	False	True	True	Varalla
	Q 1.7	Bool	%Q1.7	False	True	True	Varalla
	Q 2.1	Bool	%Q2.0	False	True	True	Varalla
	Q 2.2	Bool	%Q2.1	False	True	True	Varalla
	Q 2.3	Bool	%Q2.2	False	True	True	Varalla
	Q 2.4	Bool	%Q2.3	False	True	True	Varalla
	Q 2.5	Bool	%Q2.4	False	True	True	Varalla
	Q 2.6	Bool	%Q2.5	False	True	True	Varalla
	Q 2.7	Bool	%Q2.6	False	True	True	Varalla
	Q 2.8	Bool	%Q2.7	False	True	True	Varalla

Output PLC tagit.